



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109638094 A  
(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201811472130.X

(22)申请日 2018.12.04

(71)申请人 江苏爱康能源研究院有限公司  
地址 215600 江苏省苏州市张家港市杨舍镇华昌路188号

(72)发明人 郭小勇 易治凯 汪涛 王永谦

(74)专利代理机构 江阴市扬子专利代理事务所  
(普通合伙) 32309

代理人 隋玲玲

(51) Int. Cl.

H01L 31/0352(2006.01)

H01L 31/0376(2006.01)

H01L 31/076(2012.01)

H01L 31/077(2012.01)

H01L 31/20(2006.01)

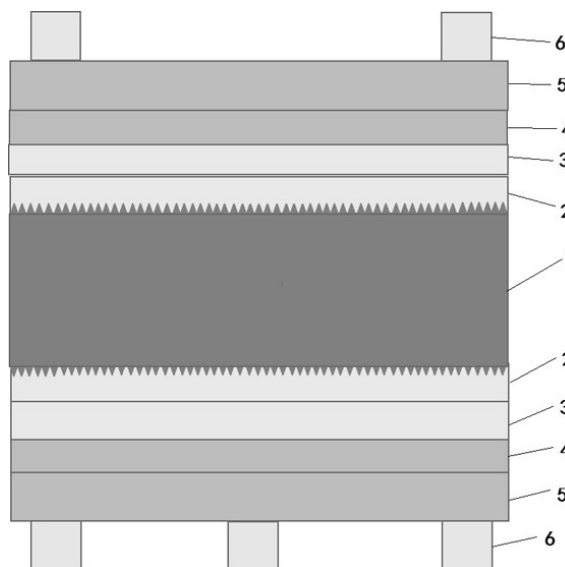
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构及其制备方法

(57)摘要

本发明涉及的一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构及其制备方法,它包括N型晶体硅片(1),所述N型晶体硅片(1)的正面和背面均设有非晶硅本征层;所述第二层非晶硅本征层(3)的外侧设有非晶硅掺杂层(4),所述非晶硅掺杂层(4)的外侧设有TCO导电膜(5),所述TCO导电膜(5)的外侧设有若干Ag电极(6)。本发明的非晶硅本征层采用叠层,第一层采用纯硅烷沉积,有效避免了晶体硅/非晶硅界面初始沉积的外延生长,第二层采用高氢稀释的硅烷沉积,提高了第一层非晶硅的薄膜氢含量,同时增强了界面钝化。



1. 一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构,它包括N型晶体硅片(1),其特征在于:所述N型晶体硅片(1)的正面和背面均设有多层非晶硅本征层;所述第二层非晶硅本征层(3)的外侧设有非晶硅掺杂层(4),所述非晶硅掺杂层(4)的外侧设有TCO导电膜(5),所述TCO导电膜(5)的外侧设有若干Ag电极(6)。

2. 根据权利要求1所述的一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构,其特征在于:所述多层非晶硅本征层的靠近N型晶体硅片(1)的第一层采用纯硅烷进行沉积,其他层采用高氢稀释的硅烷进行沉积,高氢和硅烷的比例逐层递增。

3. 根据权利要求1所述的一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构,其特征在于:所述多层非晶硅本征层的每层的厚度为1~10nm,

一种权利要求1所述的高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,其特征在于,包括以下几个步骤:

第一步、选取基材N型单晶硅片(1)进行制绒、清洗处理;

第二步、通过PECVD制备正背面的多层双本征非晶硅层;

第三步、选取N型非晶硅膜为受光面掺杂层;

第四步、使用等离子体增强化学气相沉积制备N型非晶硅层;

第五步、使用PECVD制备P型非晶硅层;

第六步、使用RPD或者PVD方法沉积TCO导电膜(5);

第七步、通过丝网印刷形成正背面Ag电极(6);

第八步、固化使得银栅线与TCO导电膜(5)之间形成良好的欧姆接触;

第九步、进行测试电池的电性能。

4. 根据权利要求4所述的高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,其特征在于:所述多层非晶硅本征层的靠近N型晶体硅片(1)的第一层采用纯硅烷进行沉积,其他层采用高氢稀释的硅烷进行沉积,高氢和硅烷的比例逐层递增。

5. 根据权利要求4所述的高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,其特征在于:所述多层非晶硅本征层的每层的厚度为1~10nm,所述多层非晶硅本征层的总厚度为5~10nm。

6. 根据权利要求4所述的高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,其特征在于:所述N型非晶硅层厚度为4~8nm。

7. 根据权利要求4所述的高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,其特征在于:所述P型非晶硅层厚度为5~15nm。

8. 根据权利要求4所述的高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,其特征在于:所述TCO导电膜(5)厚度为70~110nm。

## 高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光伏高效电池技术领域,尤其涉及一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 随着光伏技术的快速发展,晶体硅太阳能电池的转换效率逐年提高。在当前光伏工业界,单晶硅太阳能电池的转换效率已达到21%以上,多晶硅太阳能电池的转换效率已达19%以上。然而大规模生产的、转换效率达22.5%以上的硅基太阳能电池仅美国SunPower公司的背接触太阳能电池(Interdigitated Back Contact,IBC)和日本松下公司的带本征薄层的非晶硅/晶体硅异质结太阳能电池(Hetero-junction with Intrinsic Thin layer,HJT)。和IBC太阳能电池相比,HJT电池具有能耗少、工艺流程简单、温度系数小等诸多优点,这些也是HJT太阳能电池能从众多高效硅基太阳能电池方案中脱颖而出的原因。

[0003] 当前,我国正在大力推广分布式太阳能光伏发电,由于屋顶资源有限,而且分布式光伏发电需求高转换效率的太阳电池组件,正是由于HJT太阳能电池具有高效、双面发电的优势,在分布式光伏电站中表现出广阔的应用前景。

[0004] 非晶硅本征层钝化是HJT的电池的关键技术之一,钝化效果的优劣直接影响到电池的光电转换效率。目前采用5-10nm单层本征非晶硅对硅表面进行钝化。本征非晶硅钝化主要是非晶硅内的H原子对晶体硅表面的悬挂键进行钝化,为了获得高效的钝化效果,在沉积本征非晶硅薄膜时采用高的H稀释比,一般 $H_2:SiH_4=5:1$ 。如此高的H稀释比既会导致在沉积过程中H离子对晶体硅表面轰击,形成缺陷,又会在非晶硅沉积的过程中产生外延生长,形成微空洞缺陷,最终导致太阳能电池性能的恶化。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述不足,提供一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构及其制备方法,既能够避免初始沉积时H离子对硅表面的轰击损伤和外延生长,又能提高本征非晶硅薄膜内H原子的含量。

[0006] 本发明的目的是这样实现的:

一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构,它包括N型晶体硅片,所述N型晶体硅片的正面和背面均设有非晶硅本征层;所述第二层非晶硅本征层的外侧设有非晶硅掺杂层,所述非晶硅掺杂层的外侧设有TCO导电膜,所述TCO导电膜的外侧设有若干Ag电极。

[0007] 一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构,所述多层非晶硅本征层的靠近N型晶体硅片的第一层采用纯硅烷进行沉积,其他层采用高氢稀释的硅烷进行沉积,高氢和硅烷的比例逐层递增。

[0008] 一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构,所述多层非晶硅本征层的每层的厚度为1~10nm,

一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,包括以下几个步骤:

- 第一步、选取基材N型单晶硅片进行制绒、清洗处理；
- 第二步、通过PECVD制备正背面的多层双本征非晶硅层；
- 第三步、选取N型非晶硅膜为受光面掺杂层；
- 第四步、使用等离子体增强化学气相沉积制备N型非晶硅层；
- 第五步、使用PECVD制备P型非晶硅层；
- 第六步、使用RPD或者PVD方法沉积TCO导电膜；
- 第七步、通过丝网印刷形成正背面Ag电极；
- 第八步、固化使得银栅线与TCO导电膜之间形成良好的欧姆接触；
- 第九步、进行测试电池的电性能。

[0009] 一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,所述多层非晶硅本征层的靠近N型晶体硅片的第一层采用纯硅烷进行沉积,其他层采用高氢稀释的硅烷进行沉积,高氢和硅烷的比例逐层递增。

[0010] 一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,所述多层非晶硅本征层的每层的厚度为1~10nm,所述多层非晶硅本征层的总厚度为5~10nm。

[0011] 一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,所述N型非晶硅层厚度为4~8nm。

[0012] 一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,所述P型非晶硅层厚度为5~15nm。

[0013] 一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,所述TCO导电膜厚度为70~110nm。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

本发明的HJT电池的非晶硅本征层采用叠层,第一层采用纯硅烷沉积,有效了避免晶体硅/非晶硅界面初始沉积的外延生长,第二层采用高氢稀释的硅烷沉积,提高了第一层非晶硅的薄膜氢含量,同时增强了界面钝化。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明HJT异质结太阳能电池的结构示意图。

[0016] 其中:

N型晶体硅片1、第一层非晶硅本征层2、第二层非晶硅本征层3、非晶硅掺杂层4、TCO导电膜5、Ag电极6。

## 具体实施方式

[0017] 实施例1:

参见图1,本发明涉及的一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构,它包括N型晶体硅片1,所述N型晶体硅片1的正面和背面均设有两层非晶硅本征层2,即第一层非晶硅本征层2和第二层非晶硅本征层3;

所述第一层非晶硅本征层2厚度为4nm,所述第一层非晶硅本征层2采用PECVD方式不通 $H_2$ 沉积,即采用纯硅烷进行沉积;所述第二层非晶硅本征层3厚度为4nm,所述第二层非晶硅本征层3采用 $H_2$ 稀释的 $SiH_4$ 进行沉积,所述 $H_2:SiH_4$ 为1:1;

第一层非晶硅本征层2采用纯硅烷防止了外延生长和H离子轰击,减少硅表面缺陷,使电池的开路电压和填充因子得到提升;

第二层非晶硅本征层3采用H<sub>2</sub>稀释Si<sub>3</sub>H<sub>4</sub>进行沉积,增加了本征非晶硅内的H含量,提升钝化效果,使电池的开路电压和填充因子得到提升;

所述第二层非晶硅本征层3的外侧设有非晶硅掺杂层4,所述非晶硅掺杂层4的外侧设有TCO导电膜5,所述TCO导电膜5的外侧设有若干Ag电极6。

[0018] 本发明涉及的一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,包括以下几个步骤:

(1)对尺寸为156.75mm、厚度为180um的N型单晶硅片1进行制绒、清洗处理;

(2)通过PECVD制备正背面的两层双本征非晶硅层,第一层非晶硅本征层2采用纯硅烷进行沉积,第一层非晶硅本征层2厚度4nm,第二层非晶硅本征层3采用H<sub>2</sub>稀释的Si<sub>3</sub>H<sub>4</sub>进行沉积,所述H<sub>2</sub>:Si<sub>3</sub>H<sub>4</sub>为1:1,第二层非晶硅本征层3厚度4nm;

(3)选取N型非晶硅膜为受光面掺杂层;

(4)使用等离子体增强化学气相沉积制备N型非晶硅层,厚度为6nm;

(5)使用PECVD制备P型非晶硅层,厚度10 nm;

(6)使用RPD或者PVD方法沉积TCO导电膜7,厚度为100nm;

(7)通过丝网印刷形成正背面Ag电极8;

(8)固化使得银栅线与TCO导电膜7之间形成良好的欧姆接触;

(9)进行测试电池的电性能。

[0019] 实施例2:

参见图1,本发明涉及的一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构,它包括N型晶体硅片1,所述N型晶体硅片1的正面和背面均设有两层非晶硅本征层2,即第一层非晶硅本征层2和第二层非晶硅本征层3;

所述第一层非晶硅本征层2厚度为3nm,所述第一层非晶硅本征层2采用PECVD方式不通H<sub>2</sub>沉积,即采用纯硅烷进行沉积;所述第二层非晶硅本征层3厚度为5nm,所述第二层非晶硅本征层3采用H<sub>2</sub>稀释的Si<sub>3</sub>H<sub>4</sub>进行沉积,所述H<sub>2</sub>:Si<sub>3</sub>H<sub>4</sub>为2:1;

第一层非晶硅本征层2采用纯硅烷防止了外延生长和H离子轰击,减少硅表面缺陷,使电池的开路电压和填充因子得到提升;

第二层非晶硅本征层3采用H<sub>2</sub>稀释Si<sub>3</sub>H<sub>4</sub>进行沉积,增加了本征非晶硅内的H含量,提升钝化效果,使电池的开路电压和填充因子得到提升;

所述第二层非晶硅本征层3的外侧设有非晶硅掺杂层4,所述非晶硅掺杂层4的外侧设有TCO导电膜5,所述TCO导电膜5的外侧设有若干Ag电极6。

[0020] 本发明涉及的一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,包括以下几个步骤:

(1)对尺寸为156.75mm、厚度为180um的N型单晶硅片1进行制绒、清洗处理;

(2)通过PECVD制备正背面的两层双本征非晶硅层,第一层非晶硅本征层2采用纯硅烷进行沉积,第一层非晶硅本征层2厚度3nm,第二层非晶硅本征层3采用H<sub>2</sub>稀释的Si<sub>3</sub>H<sub>4</sub>进行沉积,所述H<sub>2</sub>:Si<sub>3</sub>H<sub>4</sub>为2:1,第二层非晶硅本征层3厚度5nm;

(3)选取N型非晶硅膜为受光面掺杂层;

- (4) 使用等离子体增强化学气相沉积制备N型非晶硅层,厚度为6nm;
- (5) 使用PECVD制备P型非晶硅层,厚度10 nm;
- (6) 使用RPD或者PVD方法沉积TCO导电膜7,厚度为100nm;
- (7) 通过丝网印刷形成正背面Ag电极8;
- (8) 固化使得银栅线与TCO导电膜7之间形成良好的欧姆接触;
- (9) 进行测试电池的电性能。

[0021] 实施例3:

参见图1,本发明涉及的一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构,它包括N型晶体硅片1,所述N型晶体硅片1的正面和背面均设有三层非晶硅本征层2,即第一层非晶硅本征层2、第二层非晶硅本征层3和第三层非晶硅本征层;

所述第一层非晶硅本征层2厚度为3nm,所述第一层非晶硅本征层2采用PECVD方式不通 $H_2$ 沉积,即采用纯硅烷进行沉积;所述第二层非晶硅本征层3厚度为3nm,所述第二层非晶硅本征层3采用 $H_2$ 稀释的 $SiH_4$ 进行沉积,所述第二层非晶硅本征层3的 $H_2:SiH_4$ 为1:1;所述第三层非晶硅本征层厚度为3nm,所述第三层非晶硅本征层采用 $H_2$ 稀释的 $SiH_4$ 进行沉积,所述第三层非晶硅本征层的 $H_2:SiH_4$ 为2:1;

第一层非晶硅本征层2采用纯硅烷防止了外延生长和H离子轰击,减少硅表面缺陷,使电池的开路电压和填充因子得到提升;

第二层非晶硅本征层3和第三层非晶硅本征层采用 $H_2$ 稀释 $SiH_4$ 进行沉积,增加了本征非晶硅内的H含量,提升钝化效果,使电池的开路电压和填充因子得到提升;

所述第三层非晶硅本征层的外侧设有非晶硅掺杂层4,所述非晶硅掺杂层4的外侧设有TCO导电膜5,所述TCO导电膜5的外侧设有若干Ag电极6。

[0022] 本发明涉及的一种高效异质结电池本征非晶硅钝化层结构的制备方法,包括以下几个步骤:

(1) 对尺寸为156.75mm、厚度为180um的N型单晶硅片1进行制绒、清洗处理;

(2) 通过PECVD制备正背面的三层双本征非晶硅层,第一层非晶硅本征层2采用纯硅烷进行沉积,第一层非晶硅本征层2厚度3nm,第二层非晶硅本征层3采用 $H_2$ 稀释的 $SiH_4$ 进行沉积,所述第二层非晶硅本征层3的 $H_2:SiH_4$ 为1:1,所述第二层非晶硅本征层3厚度3nm;所述第三层非晶硅本征层厚度为3nm,所述第三层非晶硅本征层采用 $H_2$ 稀释的 $SiH_4$ 进行沉积,所述第三层非晶硅本征层的 $H_2:SiH_4$ 为2:1;

(3) 选取N型非晶硅膜为受光面掺杂层;

(4) 使用等离子体增强化学气相沉积制备N型非晶硅层,厚度为6nm;

(5) 使用PECVD制备P型非晶硅层,厚度10 nm;

(6) 使用RPD或者PVD方法沉积TCO导电膜7,厚度为100nm;

(7) 通过丝网印刷形成正背面Ag电极8;

(8) 固化使得银栅线与TCO导电膜7之间形成良好的欧姆接触;

(9) 进行测试电池的电性能。

[0023] 将本发明的实施例数据与现有技术对比,本发明与现有技术的电性能对比参见下表,主要从开路电压 $V_{oc}$ 、短路电流 $I_{sc}$ 和填充因子FF体现,可以得到本发明的太阳能电池电性能参数的提升,使太阳能电池的转换效率 $\eta$ 有所提升。

	Voc (mV)	Isc (mA/cm <sup>2</sup> )	FF (%)	Eta (%)
现有技术	734.5	38.29	80.01	22.502
实施例 1	737.1	38.3	80.13	22.621
实施例 2	737.2	38.2	80.14	22.568
实施例 3	735.8	38.35	80.16	22.619

[0024] 以上仅是本发明的具体应用范例,对本发明的保护范围不构成任何限制。凡采用等同变换或者等效替换而形成的技术方案,均落在本发明权利保护范围之内。

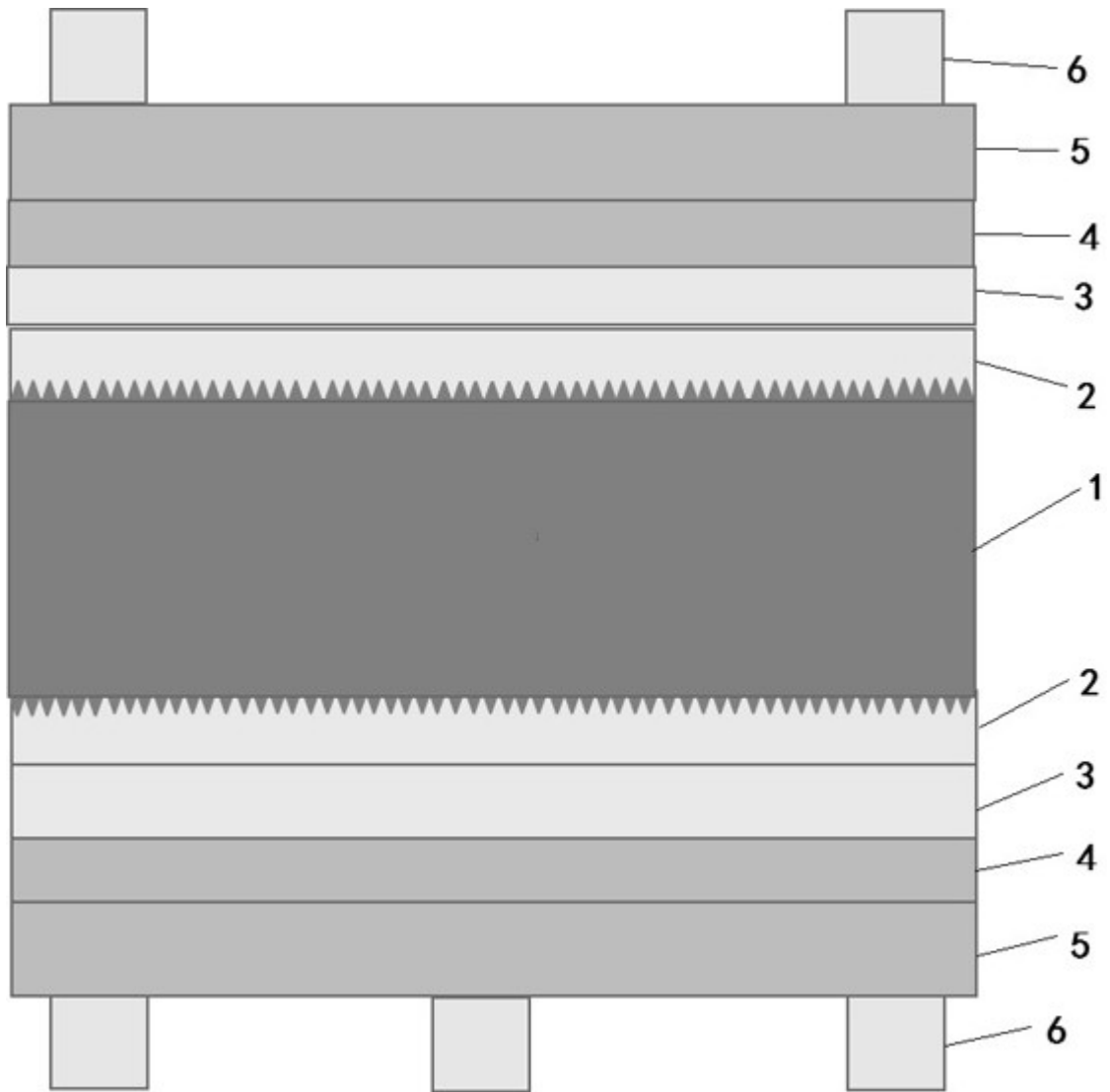


图1